



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica

Unidad de Posgrado

**Eficiencia de fibras naturales, cabuya (*Furcraea andina*) y
paja de trigo (*Triticum vulgari*) como biofiltros
alternativos en el proceso de desnitrificación de aguas
residuales de piscícolas de trucha arcoíris en la localidad
Juan de Velasco**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Anita Cecilia RÍOS RIVERA

ASESOR

Jorge Leonardo JAVE NAKAYO

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ríos, A. (2017). *Eficiencia de fibras naturales, cabuya (*Furcraea andina*) y paja de trigo (*Triticum vulgari*) como biofiltros alternativos en el proceso de desnitrificación de aguas residuales de piscícolas de trucha arcoíris en la localidad Juan de Velasco*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

580

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y
GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO

«Año del buen servicio al ciudadano»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

2
18(R)
234

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los diecisiete días del mes de abril del 2017, siendo las 15:30 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 211/UPG-FIGMMG/2017 del 10 de abril de 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«EFICIENCIA DE FIBRAS NATURALES, CABUYA (*Furcraea andina*) Y PAJA DE TRIGO (*Triticum vulgare*), COMO BIOFILTROS ALTERNATIVOS EN EL PROCESO DE DESNITRIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE PISCÍCOLAS DE TRUCHA ARCOÍRIS EN LA LOCALIDAD JUAN DE VELASCO»

Que, presenta la **MG. ANITA CECILIA RÍOS RIVERA**, para optar el **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05630-FIGMMG-2013 del 25 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Muy Bueno (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** a la **MG. ANITA CECILIA RÍOS RIVERA**.

Siendo las 16:30 horas, se dio por concluido al acto académico.

DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente

DRA. SILVIA DEL PILAR IGLESIAS LEÓN
Secretaria

DR. JESÚS ÁNGEL ALEJANDRO CHÁVEZ MACHADO
Miembro

DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Miembro

DR. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
Asesor

RESUMEN

Este estudio plantea el uso de las fibras naturales andinas cabuya (*Furcraea andina*) y paja de trigo (*Triticum vulgari*) como soporte bacteriano de biorreactores UASB, para procesos de desnitrificación de aguas residuales de piscícolas en zona alto andina. Se han evaluado tanto la capacidad de desnitrificar las aguas como la de remover metales pesados, mediante el uso combinado de biofilms soportados por fibras naturales, en condiciones controladas y acondicionamiento previo del medio bacteriano, que permita una mayor adhesión y proliferación de los microorganismos, capaces de eliminar nitratos y metales pesados de aguas residuales de acuicultura. La alta disponibilidad y bajo precio de estas fibras las convierten en candidatos ideales para ser usadas en procesos de desnitrificación de bajo coste. Inicialmente se determinó la velocidad de adhesión de los microorganismos a las fibras naturales. Posteriormente, nueve biorreactores, con fibras de cabuya y paja de trigo como soporte se cargaron con tres concentraciones del agua residual sintética de 10, 50 y 150 mg/L N-NO_3^- , que simulaba el proceso del cultivo de la trucha arcoíris. Con la finalidad de acelerar el proceso de formación del biofilm, se aisló las bacterias *Pseudomonas* del lodo de las piscícolas y se inocularon seis biorreactores, los tres restantes se rellenaron con cabuya inoculada con lodo de la piscícola para comparar. Los experimentos mostraron que hasta un 99% de nitrato fue eliminado con la concertación más alta de agua residual de 150mgN- NO_3^- /L y altas tasas de desnitrificación, 1486,41gN- NO_3^- /m³/día para los biorreactores con relleno de cabuya inoculada con lodos de las piscícolas, 1488,44 g N- NO_3^- /m³/día, para los biorreactores con relleno de cabuya inoculada con *Pseudomonas* aisladas y 1486,26 g N- NO_3^- /m³/día, para la paja de trigo. El 99,99% se elimina de plomo de aguas residuales con una concentración inicial de 50mg/L plomo, utilizando biorreactores de cabuya inoculados con *pseudomonas*, a través de procesos de adsorción. La cantidad de nitrato eliminada a las diferentes alturas de los biorreactores, permitió determinar la altura ideal del biorreactor para su diseño a escala comercial. Los análisis de remoción correspondientes a estos materiales de soporte se constituyen en el fundamento técnico que establece si estos medios de soporte evaluados son eficientes para los procesos de desnitrificación anaerobia de las aguas residuales provenientes de las piscifactorías, que permita facilitar, diseños posteriores, la definición de criterios y parámetros adecuados para la proyección de un sistema de tratamiento eficiente, de bajo costo y que su operación y mantenimiento sean fáciles, adecuadas y permanentes.

PALABRAS CLAVES: desnitrificación, adsorción, metales, fibras naturales, inoculación.

ABSTRACT

The present study proposes the use of natural Andean fibers called cabuya (*Furcraea andina*) and wheat straw (*Triticum vulgari*) as bacterial support of UASB reactors, for denitrification processes of fish wastewater in higher Andean zones. Both, the ability to denitrify water and the removal of heavy metals have been evaluated by the combined use of biofilms supported by natural fibers under controlled conditions and preconditioning of the bacterial medium, allowing a greater adhesion and proliferation of the microorganisms which are capable to eliminate nitrates and heavy metals from aquaculture wastewater. The high availability and a low price of these fibers make them ideal candidates to be used in denitrification processes. Initially, the rate of adhesion of the microorganisms to the natural fibers was determined. Subsequently, nine bioreactors with fibers made of cabuya and wheat straw as a support were loaded with three concentrations of synthetic residual water of 10, 50 and 150 mg / L N-NO_3^- , which simulated the cultivation process of the rainbow trout. In order to accelerate the biofilm formation process, *Pseudomonas* bacteria were isolated from the fish sludge and six bioreactors were inoculated, the remaining three were filled with fibers of cabuya that was inoculated with mud of the aquaculture farms for the respective comparison. The experiments showed that a 99% of nitrate was eliminated with a high concentration of residual water of 150mg $\text{N-NO}_3^-/\text{L}$ and higher denitrification rates, 1486,41 $\text{gN-NO}_3^-/\text{m}^3/\text{day}$ for bioreactors filled with fibers of cabuya that were inoculated with fish sludge, 1488.44 $\text{gN-NO}_3^-/\text{m}^3/\text{day}$, for the bioreactors filled with fibers of cabuya that were inoculated with isolated *Pseudomonas* and 1486.26 $\text{g N-NO}_3^-/\text{m}^3/\text{day}$, for wheat straw. A 99.99% of lead is eliminated from residual water with an initial concentration of 50mg/L lead, using bioreactors made of fibers of cabuya that were inoculated with *pseudomonas*, through adsorption processes. The amount of nitrite removed at different heights of the bioreactors allowed to determine the ideal size of the bioreactor for its design on a commercial scale. The removal analyzes corresponding to these supporting materials constitute the technical basis that establishes if these are efficient for the processes of anaerobic denitrification that come from residual waters of fish farms in order to facilitate future designs along with the definition of criteria and adequate parameters for the projection of an efficient system of treatment with a lower cost, and that its operation and maintenance process would be easy, adequate and permanent.

Key words: denitrification, adsorption, metals, natural fibers, inoculation.